

Fatores edáficos e as variações florísticas da regeneração natural em duas formações florestais

Daniel Gonçalves Jardim¹, Mário Augusto Gonçalves Jardim², Adriano Costa Quaresma³, Salustiano Vilar Costa Neto⁴

1. Biólogo (Centro Universitário do Pará). Mestre em Ciências Biológicas (Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil).

2. Engenheiro Florestal (Universidade Federal Rural da Amazônia). Doutor em Ciências Biológicas (Universidade Federal do Pará). Pesquisador do Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil.

3. Biólogo (Universidade Federal do Pará). Doutorando em Biologia (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Brasil).

4. Biólogo (Universidade Federal do Pará). Doutor em Ciências Agrárias (Universidade Federal Rural da Amazônia). Pesquisador do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá, Brasil.

* Autor para correspondência: djardim@museu-goeldi.br

RESUMO. Os ecossistemas litorâneos são influenciados pelas características do solo que junto com a disponibilidade de nutrientes atuam como fator determinante da composição florística e da estrutura de uma comunidade vegetal. Com o objetivo de verificar a correlação entre os fatores edáficos e a composição de espécies em duas formações florestais da Área de Proteção Ambiental Algodoal-Maiandeuá, Maracanã, Pará, foram delimitadas três parcelas de 50 x 50 m (0,75 ha) na floresta de restinga seca e duas (0,50 ha) na floresta inundável. Cada parcela foi dividida em 50 subparcelas de 2 x 2 m distribuídas aleatoriamente e foram identificados e quantificados todos os indivíduos com altura ≥ 5 cm e ≤ 80 cm, calculada a densidade relativa e coletadas 5 amostras simples de solo por parcela. Para relacionar os gradientes ao componente edáfico foi realizada a análise de correspondência canônica (CCA). Na floresta de restinga seca a CCA mostrou maior correlação entre *Myrcia fallax*, *Pradosia pedicellata*, *Protium heptaphyllum* e *Parkia pendula* com Fe, P, Cu, Ca, K e MO e na floresta inundável *Symphonia globulifera* e *Virola surinamensis* tiveram alta relação com CaCl_2 , KCl, H_2O , Zn e N. Foi constatada a separação das espécies mais bem representadas nas duas florestas e respectivos nutrientes do solo.

Palavras-chave: Floresta de restinga seca, floresta inundável, nutrientes no solo.

Influence of soil factors on the floristic variations of a natural regeneration in two forests formations

ABSTRACT. The coastal ecosystems are more influenced by the characteristics of the soil along with the availability of nutrients act as a determining factor of the floristic composition and structure of a community. To verify the correlation between edaphic factors and species composition in two forests formations on the coastal amazon in the Environmental Protection Area Algodoal-Maiandeuá, Maracanã, Pará we delimited three plots of 50 x 50 m (0.75 ha) in dry coastal forest and two (0.50 ha) in floodplain forest. We divided each plot into 50 plots of 2 x 2 m and we randomly identified and quantified all individuals with height ≥ 5 cm and ≤ 80 cm. In addition, we calculated the relative density. We used five single soil sample plots for edaphic analysis. The collection of soil for analysis was done using 5 single samples plots. To relate the gradients to edaphic component was performed canonical correspondence analysis (CCA). In the dry coastal forest the CCA showed greater correlation between *Myrcia fallax*, *Pradosia pedicellata*, *Protium heptaphyllum* and *Parkia pendula* with Fe, P, Cu, Ca, K and OM in the flooding forest, *Symphonia globulifera*, *Virola surinamensis* were high compared with CaCl_2 , KCl, H_2O , Zn and N. Was constated distinctly the separation of the species best represented in the forests and the relationship with soil nutrients.

Keywords: Dry coastal forest; flooding forest; nutrients of soil.

1. Introdução

Os fatores determinantes da composição florística e da estrutura de uma comunidade podem estar relacionados com características fitogeográficas do local, como a topografia, o substrato e a idade dos depósitos sedimentares, além da concentração de nutrientes no solo (SZTUTMAN; RODRIGUES, 2002; JUNIOR et al., 2007a). No processo de ciclagem de nutrientes, a quantificação das reservas minerais e orgânicas e suas transferências são fundamentais para compreender as diferenças proporcionadas aos ecossistemas e suas inter-relações com o meio (BRITZ et al., 1997).

Os ecossistemas litorâneos são influenciados pelas características do solo e por meio de processos erosivos e de sedimentação resultam nos substratos peculiares das planícies costeiras (ASSIS et al., 2011) onde predominam os Espodosolos e os Neossolos Quartzarênicos (ROSSI; QUEIROZ NETO, 2001). Entre esses ecossistemas, a restinga é um complexo de formações vegetais que cobrem as areias holocênicas e se desenvolvem sobre depósitos litorâneos formando planícies arenosas quaternárias, passando pelas dunas até as planícies

costeiras e apresentando maior relação de dependência com os componentes edáficos (ALMEIDA JUNIOR et al., 2009).

A concentração de alguns nutrientes no solo como o manganês, o ferro, o alumínio, entre outros são responsáveis pela presença ou ausência de espécies (JUNIOR et al., 2007a), bem como alterações na paisagem. A composição química, relacionada à baixa disponibilidade de nutrientes em restingas, decorre principalmente de inundações e do afloramento do lençol freático, que torna o ambiente altamente lixiviado por conta do solo arenoso e com pouca matéria orgânica (GOMES et al., 2007).

Poucos estudos têm abordado a relação entre fatores edáficos com a distribuição e o estabelecimento de espécies e as diferenças na composição e estrutura de comunidades vegetais em florestas de restinga entre os quais de Britz et al. (1997); Junior et al. (2007a); Assis et al. (2004); Pereira et al. (2005); Guedes et al. (2006); Silva et al. (2008); Almeida Junior et al. (2009); Magnago et al. (2010) e Assis et al. (2011). Para a região norte, na Ilha de Algodoal-Maiandeuá, apenas Ruivo et al. (2002;

2005) e Santos (2005) caracterizaram a relação do solo da planície costeira arenosa com a matéria orgânica do local. Desta forma, não há registros sobre a relação dos componentes edáficos com a distribuição de espécies em florestas nas restingas do Pará.

Neste contexto é que foi elaborada a seguinte questão: os fatores químicos do solo atuam na estruturação das comunidades regenerantes em formações florestais com regime hídrico distinto? Para tal foi formulada a hipótese de que a maior concentração de nutrientes favorecerá a especificidade de populações arbóreas. Este estudo teve por objetivo verificar a correlação dos fatores edáficos e a composição de espécies em duas formações florestais da restinga na Área de Proteção Ambiental Algodoal-Maiandeuá, Maracanã, Pará.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado em duas formações florestais: Floresta de Restinga Seca (FRS) e Floresta de Restinga Inundável (FRI) na Área de Proteção Ambiental Algodoal-Maiandeuá, localizadas no município de Maracanã, no litoral nordeste do estado do Pará, sob as coordenadas geográficas 00°35'03" a 00°38'29"S e 47°31'54" a 47°34'57"W. A região apresenta clima tropical úmido do tipo Aw da classificação de Köppen, com temperatura média máxima anual de 31,7 °C e mínima anual de 25,2 °C, com um valor médio anual de índice pluviométrico em torno 2.800 mm (BASTOS; LOBATO, 1996).

Foram demarcadas três parcelas de 50 x 50 m (0,75 ha) na floresta seca e duas parcelas de 50 x 50 m (0,50 ha) na floresta inundável, totalizando 1,25 ha de floresta. A coleta dos dados foi realizada em 50 subparcelas de 2 x 2 m em cada uma das parcelas, perfazendo um total de 250 subparcelas. Para delimitar as subparcelas foram utilizados quatro tubos de PVC de 2 m cada, unidos por encaixes próprios (joelhos), formando um quadrado. Em cada subparcela foram identificadas e quantificadas todas as espécies presentes com seus respectivos indivíduos com altura ≥ 5 cm e ≤ 80 cm, com auxílio de uma vara (1 m de altura) posicionada no centro da subparcela, segundo a metodologia adotada por Maúes et al. (2011). A identificação botânica *in loco* e a atualização das famílias foi utilizado o sistema do APG III (2009) para as angiospermas.

Para as análises químicas de fertilidade do solo foram coletadas cinco amostras simples por parcela com o auxílio de trado holandês na profundidade de 0 a 20 cm, sendo quatro nos vértices e uma no centro da parcela para compor uma amostra composta/parcela, conforme adotado por Gonçalves et al. (2011). As amostras foram analisadas quanto aos micronutrientes (Cu, Fe, Mn e Zn), o pH, o carbono orgânico, a matéria

orgânica, o fósforo (P), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) alumínio (Al), o hidrogênio + alumínio (H + Al). Todas as análises seguiram os procedimentos descritos no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).

Para analisar as correlações entre os gradientes vegetacionais, foi utilizada a Análise de Correspondência Canônica (CCA), empregando-se o programa PC-ORD 4.0 (MCCUNE; MEFFORD, 1997) e utilizou-se o teste de Monte Carlo para avaliar o nível de significância dos eixos de ordenação canônica. Este teste permite analisar a probabilidade de acerto nas relações encontradas entre as variáveis vegetais e a fertilidade do solo (TER BRAAK, 1987). Foram incluídas nesta análise apenas as espécies registradas com 10 ou mais indivíduos, uma vez que as espécies com densidade muito baixa aumentam o volume de cálculos e interferem pouco nos resultados (GONÇALVES et al., 2011). A matriz da vegetação foi composta pelo número de indivíduos e a densidade relativa das espécies nas respectivas parcelas, enquanto a matriz das variáveis edáficas foi composta pelos valores obtidos nas respectivas análises químicas.

3. Resultados

Na floresta de restinga seca (FS1) foram registradas 16 espécies, distribuídas em 10 famílias, com destaque para Rubiaceae (4 spp.) e Myrtaceae (3 spp.) e *Anthurium sinuatum* com 87 indivíduos, *Smilax campestris* com 72 indivíduos e *Myrcia fallax* com 51 indivíduos. Na FS2, 15 espécies, distribuídas em 13 famílias, com destaque para Rubiaceae (3 spp.) e *Psychotria barbigera* DC. com 93 indivíduos, *Psychotria mapourioides* e *Licania octandra* com 56 indivíduos cada e na FS4, 16 espécies em 12 famílias, com destaque para Rubiaceae e Myrtaceae (3 spp.) cada e *Myrcia fallax* com 165 indivíduos, seguida por *Pradosia pedicellata* com 158 indivíduos e *Protium heptaphyllum* com 82 indivíduos (Tabela 1).

Na floresta inundável (FI3) foram registradas 16 espécies, distribuídas em 12 famílias com destaque para Lauraceae (3 spp.) e Fabaceae e Clusiaceae (2 spp.) cada e *Symphonia globulifera* com 267 indivíduos, *Virola surinamensis* com 146 e *Myrcia fallax* com 80 indivíduos e na FI5, 10 espécies distribuídas em 10 famílias e *Symphonia globulifera* apresentou 900 indivíduos e *Virola surinamensis* com 476 indivíduos (Tabela 1).

O diagrama de ordenação das espécies (Figura 1), mostra que ocorreu distinta separação das espécies mais bem representadas na floresta de restinga seca correspondente ao eixo 2 (*Pradosia pedicellata*, *Myrcia fallax*, *Protium heptaphyllum* e *Parkia pendula*) e na floresta inundável correspondente ao eixo 1 (*Symphonia globulifera* e *Virola surinamensis*).

Tabela 1. Composição florística das espécies com 10 ou mais indivíduos na regeneração natural em 0,06 ha na floresta de restinga seca (FRS) e em 0,04 ha na floresta de restinga inundável (FI) na Área de Proteção Ambiental, Ilha de Algodão-Maiandeuá, Maracanã, Pará, Brasil. / **Table 1.** floristic composition of species with 10 or more individuals in natural regeneration in 0.06 ha in the dry sandbank forest (FRS) and 0.04 ha in the sandbank forest flooded (FI) in the Environmental Protection Area, Algodão-Maiandeuá Island, Maracanã, Pará, Brazil.

Família	Espécie/Abreviatura	FRS1	FRS2	FRS4	FR13	FR15
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (Acafar)	11				
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i> (Aliedu)			11		
Rubiaceae	<i>Alibertia myrciifolia</i> (Alimyr)	22				
Bromeliaceae	<i>Ananas ananassoides</i> (Anaana)	17	12			
Lauraceae	<i>Aniba citrifolia</i> (Anicit)				14	
Araceae	<i>Anthurium sinuatum</i> (Antsin)	87				
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea egensis</i> (Arrege)			10		
Arecaceae	<i>Astrocaryum vulgare</i> (Astvul)		44	21		
Salicaceae	<i>Casearia javitensis</i> (Casjav)		11			
Rubiaceae	<i>Chiococca nitida</i> (Chinit)	43				
Sapindaceae	<i>Cupania diphylla</i> (Cupdip)		35	15		
Primulaceae	<i>Cybianthus macrophyllus</i> (Cybmec)	30	24	14		
Bignoniaceae	<i>Distictella cuneifolia</i> (Discun)				11	
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> (Eugbif)			25		
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Eugpun)			12		
Myrtaceae	<i>Eugenia tapacumensis</i> (Eugtap)	14				
Arecaceae	<i>Euterpe oleracea</i> (Eutole)					10
Rubiaceae	<i>Faramea nitida</i> (Farnit)	47				
Fabaceae	<i>Galactia jussieana</i> (Galjus)	10				
Olacaceae	<i>Heisteria ovata</i> (Heiova)			10		
Heliconiaceae	<i>Heliconia psittacorum</i> (Helspi)				18	22
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> (Ingedu)				10	
Marantaceae	<i>Ischnosiphon gracilis</i> (Isccgra)					21
Chrysobalanaceae	<i>Licania heteromorpha</i> (Lichet)				18	
Chrysobalanaceae	<i>Licania latifolia</i> (Liclat)					33
Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i> (Licoct)		56			
Lauraceae	<i>Licaria guianensis</i> (Licgui)				29	
Fabaceae	<i>Macrolobium bifolium</i> (Macbif)				65	38
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> (Matgui)	19				
Marantaceae	<i>Monotagma densiflorum</i> (Monden)				65	
Araceae	<i>Montrichardia arborescens</i> (Monarb)					75
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Myrfal)	51	36	165	80	13
Myrtaceae	<i>Myrcia rufipila</i> (Myrruf)	21				
Lauraceae	<i>Ocotea guianensis</i> (Ocogui)				35	
Apocynaceae	<i>Odontadenia nitida</i> (Odonit)				12	
Ochnaceae	<i>Ouratea castaneifolia</i> (Ourcas)			15		
Rubiaceae	<i>Pagamea guianensis</i> (Paggui)		50	40		
Fabaceae	<i>Parkia pendula</i> (Parpen)			56		
Araceae	<i>Philodendron acutatum</i> (Phiacu)				26	
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Pouram)	15	27			
Sapotaceae	<i>Pradosia pedicellata</i> (Praped)			158		
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Prohep)			82		
Rubiaceae	<i>Psychotria mapourioides</i> (Psymap)	17	56			
Rubiaceae	<i>Psychotria barbiflora</i> (Psybar)		93	27		
Humiriaceae	<i>Sacoglottis guianensis</i> (Sacgui)			13		
Simaroubaceae	<i>Simaba guianensis</i> (Simgui)		13			
Smilacaceae	<i>Smilax campestris</i> (Smicam)	72				
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> (Symglo)				267	900
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana angulata</i> (Tabang)		11			
Dilleniaceae	<i>Tetracera willdenowiana</i> (Tetwil)		11			
Clusiaceae	<i>Tovomita brasiliensis</i> (Tovbra)				24	
Passifloraceae	<i>Turnera brasiliensis</i> (Turbra)	16	10			
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i> (Virsur)				146	476
Annonaceae	<i>Xylopia emarginata</i> (Xylema)				16	62

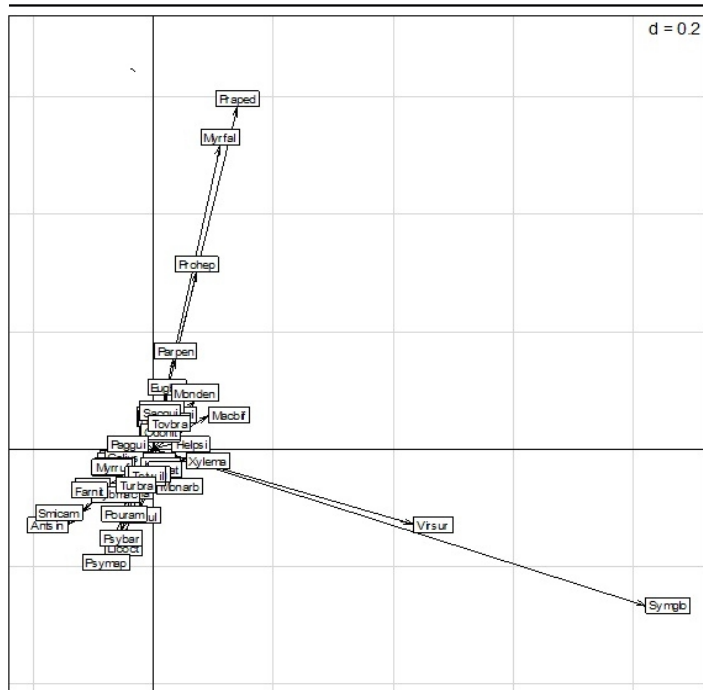


Tabela 1. Composição florística das espécies com 10 ou mais indivíduos na regeneração natural em 0,06 ha na floresta de restinga seca (FRS) e em 0,04 ha na floresta de restinga inundável (FI) na Área de Proteção Ambiental, Ilha de Algodão-Maiandeuva, Maracá, Pará, Brasil. / **Table 1.** Diagram of ordering of the species produced by canonical correspondence analysis, based on the distribution of 54 species with 10 or more individuals in the dry forest and floodplain forest in the Environmental Protection Area, Algodão-Maiandeuva Island, Maracá, Pará, Brazil.

A Tabela 2 mostra os valores médios obtidos na fertilidade do solo para cada parcela. Observa-se que o

nível de pH em água foi similar entre as parcelas, com média de 4,41. O carbono orgânico variou de 7,6 e 40,29 (g.kg⁻¹). A concentração de matéria orgânica variou de 69,46 (g.kg⁻¹) a 57,67 (g.kg⁻¹). O fósforo variou de 2,58 a 5,58 com exceção da FS1, que obteve o índice de 12,58 mg.dm⁻³. O nitrogênio apresentou pouca variação e o potássio foi maior na floresta inundável.

Os níveis de cálcio foram mais similares na floresta seca e na floresta inundável. Os índices de magnésio foram mais elevados na FI3 (0,34) e na FS1 (0,25).

O alumínio apresentou média de 1,13. A similaridade entre a FS4 e a FI3 ocorreu também em relação aos níveis de hidrogênio + alumínio com a parcela 4 da floresta de restinga seca apresentando o maior índice, com 12,67, e a FI3, com 10,06. O ferro apresentou o maior valor na floresta seca em contraste com a floresta inundável, cujo valor foi bem menor. O manganês foi mais elevado na FS1, com 2,2. O zinco teve seus índices variando de 0,4 a 0,6, exceto na FS2, que apresentou o índice mais baixo com 0,1.

O diagrama de ordenação dos elementos químicos (Figura 2) mostra distintamente a separação para cada formação florestal. Nota-se no eixo 1 que os valores de CaCl_2 , KCl, H_2O , Zn e N foram mais significativos na floresta inundável, enquanto para a floresta de restinga seca (eixo 2), os elementos com valores mais significativos foram Fe, P, Cu, Ca, K e MO.

Tabela 2. Caracterização da fertilidade do solo nas amostras coletadas em floresta de restinga seca (FRS) e floresta inundável (FI) na Área de Proteção Ambiental, Ilha de Algodão-Maiandeu, Maracanã, Pará, Brasil. / **Table 2.** Characterization of soil fertility in the samples collected in dry sandbank forest (FRS) and flooded forest (FI) in the Environmental Protection Area, Algodão-Maiandeu Island, Maracanã, Pará, Brazil.

Parcela	Ph			C _{org.} g.kg ⁻¹	MO g.kg ⁻¹	P mg.dm ⁻³	N g.kg ⁻¹	K cmol.dm ⁻³	Ca	Mg	Al	H+Al	Cu	Fe	Mn	Zn
	H ₂ O	KCl	CaCl ₂													
FRS1	4,66	3,26	3,45	7,6	13,11	12,58	0,43	0,09	0,08	0,25	0,72	3,41	0,5	44,2	2,2	0,4
FRS2	4,95	3,31	3,44	11,02	19,00	4,08	0,69	0,07	0,08	0,17	1,01	5,11	0,1	69,5	0,2	0,1
FRS4	3,88	2,15	2,60	40,29	69,46	5,58	0,83	0,16	0,34	0,17	1,44	12,67	0,2	30,5	0,4	0,4
FRI3	4,24	2,31	2,75	33,45	57,67	2,58	1,35	0,13	0,42	0,34	1,20	10,06	0,1	7,0	0,6	0,6
FRI5	4,36	2,66	2,96	22,81	39,32	3,08	0,84	0,12	0,17	0,17	1,29	7,88	0,1	7,0	0,4	0,4

ph = potencial hidrogeniônico ou acidez ativa; C = carbono orgânico; MO = matéria orgânica; P = fósforo total; N = nitrogênio total; K = potássio total; Ca = cálcio total; Mg = magnésio total; Al = alumínio total; H + Al = hidrogênio + alumínio; Cu = cobre total; Fe = ferro total; Mn = manganês total; Zn = zinco total.

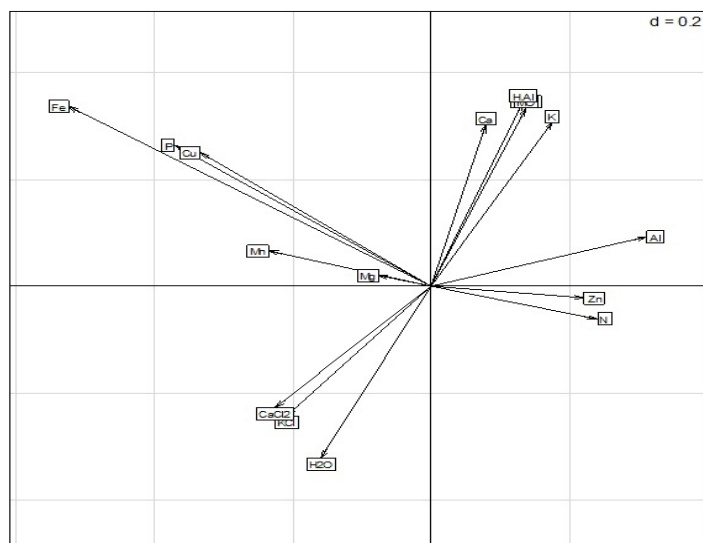


Figura 2. Diagrama de ordenação da fertilidade do solo produzido pela análise de correspondência canônica na floresta seca e na floresta inundável na Área de Proteção Ambiental, Ilha de Algodão-Maiandeuva, Maracaná, Pará, Brasil. / **Figure 2.** ordination diagram of soil fertility produced by canonical correspondence analysis on dry forest and floodplain forest in the Environmental Protection Area, Algodão-Maiandeuva Island, Maracaná, Pará, Brazil.

4. Discussão

Os índices dos nutrientes do solo encontrados neste estudo estão de acordo com os encontrados por Ruivo et al. (2002) para diversas formações na APA Algodoal/Maiandeuá. Tanto na floresta seca como na floresta inundável, todas as parcelas apresentaram pH em água menor que 5, o que indica elevada acidez e, por consequência, a baixa fertilidade do solo (GONÇALVES et al., 2011). Esta acidificação pode estar relacionada à lixiviação de bases trocáveis decorrente da permeabilidade do solo arenoso em restingas, aumentando a concentração de alumínio (Al) e ferro (Fe) e diminuindo a concentração de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) (BRITEZ et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2005).

A floresta seca apresentou a menor quantidade de MO, e por consequência, o maior valor de Ferro, enquanto que na floresta inundável, o nível de MO foi alto e baixo o teor de ferro. A matéria orgânica (MO) no solo atua como reserva de nutrientes para a biota (RUIVO et al., 2002) e deste modo, sua baixa quantidade implicaria na diminuição

de nutrientes e elevação da acidez. O estabelecimento de espécies em solos de restinga pode estar relacionado a fatores como a soma de bases do solo, especialmente de cálcio que tem grande importância no crescimento radicular abaixo da camada arável ou também às altas concentrações de sais no solo (JUNIOR et al., 2007b), decorrentes da influência do mar (YANG et al., 2012), considerados estressantes para o estabelecimento de espécies vegetais (MAGNAGO et al., 2010).

As espécies *Anthurium sinuatum* e *Smilax campestris* destacaram-se em número de indivíduos. Estes gêneros foram registrados em outros estudos para as duas formações florestais, entretanto, sem relacioná-los aos componentes edáficos (LEMOS et al., 2001; PEREIRA et al., 2001; SACRAMENTO et al., 2007 e ALMEIDA JUNIOR et al., 2007). Neste estudo, pode-se observar elevada presença de fósforo (P), o que poderia explicar a alta presença destas espécies em número de indivíduos, além da ocorrência exclusiva de *Faramea nitida* Benth. nesta parcela.

Os gêneros *Psychotria* e *Licania* foram registrados por Kotchetkoff-Henriques et al. (2005) em áreas que apresentaram os solos do tipo hidromórfico e que permanecem encharcados mesmo durante a época seca. Isto poderia indicar um solo lixiviado com baixa quantidade de nutrientes. Na floresta seca foi registrado um baixo nível de nutrientes e maior quantidade de ferro (Fe), em comparação com as demais parcelas, o que poderia explicar a abundância de *Psychotria barbiflora*, *Psychotria mapourioides* e *Licania octandra*. *Pagamea guianensis* Aubl. também foi abundante nesta parcela, contudo, poucos estudos registraram a espécie em ambientes secos (AMARAL et al., 2008; MARGALHO et al., 2009), mais especificamente na Ilha de Alogodoal/Maiandeua, fornecendo poucas informações sobre a distribuição da espécie e sua relação com o solo.

A abundância de *Myrcia fallax* coincidiu com o menor pH registrado na área e com a maior concentração de alumínio (Al) e de hidrogênio combinado com alumínio (H+Al), o que proporcionaria maior acidez. Este resultado está de acordo com o estudo de Guedes et al. (2006) que também registraram a ocorrência desta espécie em solo com pH baixo e com alta concentração de Al e H+Al. Outra espécie foi *Protium heptaphyllum* cuja dominância tem sido frequente em muitos estudos sobre restinga, em geral, associada a ambientes secos (ASSUMPÇÃO; NASCIMENTO, 2000; SÁ, 2002; KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al., 2005; MAGNAGO et al., 2007, 2010 e ALMEIDA JUNIOR et al., 2009). Também na FS4 foi registrado o menor valor de pH em água, o que poderia ser um fator determinante para a dominância desta espécie. *Pradosia pedicellata* foi exclusiva desta parcela, no entanto, poucos estudos sobre restinga registraram o gênero ou sua relação com fatores edáficos.

A floresta inundável registrou a dominância de *Symphonia globulifera*, *Virola surinamensis* e *Myrcia fallax*. A presença de *Myrcia* reforça o conceito de amplo estabelecimento deste gênero em ambientes de restinga.

O maior registro de número de indivíduos ocorreu para *Symphonia globulifera* que juntamente com *Virola surinamensis* representaram as espécies dominantes. Nos estudos de Almeida e Jardim (2011); Batista et al. (2011); Maués et al. (2011) e Carim et al. (2008) foi registrada elevada densidade para ambas as espécies em floresta de várzea. Isto poderia ser explicado pela semelhança entre as duas fisionomias em relação às condições de encharcamento do solo, indicando a preferência dessas espécies por ambientes úmidos e periodicamente alagados.

Os diagramas de ordenação mostraram que as espécies da floresta de restinga seca *Myrcia fallax*, *Pradosia pedicellata*, *Protium heptaphyllum* e *Parkia pendula* relacionaram-se principalmente com Fe, P, Cu, Ca, K e MO (eixo 2). Esta relação também foi constatada em um fragmento de floresta atlântica por Teixeira et al. (2010) que verificaram presença de *Protium heptaphyllum* relacionada a valores similares a deste estudo para P e Ca e a preferência de *Pradosia pedicellata* (ROCHA et al. 2005) e *Myrcia fallax* (florestas seca de restinga) por ambientes com baixa fertilidade (AMARAL et al. 2008).

Na floresta inundável (eixo 1) *Symphonia globulifera* e *Virola surinamensis* tiveram alta relação com CaCl_2 , KCl, H_2O , Zn e N. Esta relação já foi confirmada por Leite et al. (2006), Maués et al. (2011), Almeida e Jardim (2011) em florestas de várzea, onde a saturação hídrica é constante. O aumento de N pode ser explicado pelo fato de, em ambientes alagados como a várzea ocorrer pouca troca gasosa entre o solo e o ar, pela baixa difusão do oxigênio na água, levando este a ser consumido rapidamente e surgindo gases como nitrogênio (GAMA et al., 2005). Além disso, algumas espécies como *Euterpe oleracea* e *Mauritia flexuosa* apresentaram mecanismos adaptativos na estrutura radicular para fixação de nitrogênio em áreas inundáveis (JARDIM; VIEIRA 2001; CARIM et al., 2008).

Nas duas formações florestais, *Myrcia fallax* foi frequente em todas as parcelas indicando que possui amplo alcance ecológico e plasticidade fenotípica que permite sua adaptação em variadas condições edáficas e fisionômicas conforme observado por Assumpção e Nascimento (2000); Pereira et al. (2001); Sá (2002); Sztutman e Rodrigues (2002); Kotchetkoff-Henriques et al. (2005); Almeida Junior et al. (2007, 2009); Guedes et al. (2006); Magnago et al. (2007, 2010); Silva et al. (2008); Gonçalves et al. (2011); Assis et al. (2011) e Marques et al. (2011).

5. Conclusão

Myrcia fallax foi frequente em todas as parcelas das duas formações florestais mostrando-se bem adaptada e com preferência por ambientes com baixa fertilidade. As espécies dominantes na floresta inundável são características das florestas de várzea da Amazônia. As parcelas com as maiores concentrações de nutrientes apresentaram o maior número de espécies, desta forma, o aumento dos nutrientes no solo influencia na formação de grupos específicos para algumas populações vegetais.

6. Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio ao projeto de Bolsa de Produtividade “Palmeiras da Amazônia Oriental como indicadores de conservação ambiental e qualidade de vida”. CNPq-Processo 305667/2013-0. Ao Parabotânico Luiz Carlos Lobato pela identificação das plantas.

7. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, A. F.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de várzea na Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 39, n. 90, p. 191-198, 2011.
- ALMEIDA JR., E. B.; PIMENTEL, R. M. M.; ZICKEL, C. S. Flora e formas de vida em uma área de restinga no litoral norte de Pernambuco, Brasil. *Revista de Geografia*, v. 24, n. 1, p. 19-34, 2007.
- ALMEIDA JR., E. B.; OLIVO, M. A.; ARAÚJO, E. L.; ZICKEL, C. S. Caracterização da vegetação de restinga da RPPN de Maracáipe, PE, Brasil, com base na fisionomia, flora, nutrientes do solo e lençol freático. *Acta Botanica Brasilica*, v. 23, n. 1, p. 36-48, 2009.
- AMARAL, D. D.; PROST, M. T.; BASTOS, M. N. C.; NETO, S. V. C.; SANTOS, J. U. M. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 3, n. 1, p. 35-67, 2008.
- APG III (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 161, p. 105-121, 2009.
- ASSIS, A. M.; PEREIRA, O. J.; THOMAZ, L. D. Fitossociologia de uma floresta de restinga no Parque Estadual Paulo César Vinha, Setiba, município de Guarapari (ES). *Revista Brasileira de Botânica (Brazilian Journal of Botany)*, v. 17, n. 2, p. 349-361, 2004.
- ASSIS, M. A.; PRATA, E. M. B.; PEDRONI, F.; SANCHEZ, M.; EISENLOHR, P. V.; MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M.; TAMASHIRO, J. Y.; ALVES, L. F.; VIEIRA, S. A.; PICCOLO, M. C.; MARTINS, S. C.; CAMARGO, P. B.; CARMO, J. B.; SIMÕES, E.; MARTINELLI, L. A.; JOLY, C. A. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 2, p. 103-121, 2011.
- ASSUMPÇÃO, J.; NASCIMENTO, M. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no complexo lagunar Grussaí/Iquipari, São João da Barra, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 14, n. 3, p. 301-315, 2000.
- BASTOS, M. N. C.; LOBATO, L. C. B. Estudos fitossociológicos em áreas de bosque de mangue na praia do Crispim e Ilha de Algodoal – Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 8, p. 157-167, 1996.
- BATISTA, F. J.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S.; LOPES, I. L. M. Comparação florística e estrutural de duas florestas de várzea no estuário amazônico, Pará, Brasil. *Revista Árvore*, v. 35, n. 2, p. 289-298, 2011.
- BRITEZ, R. M.; SANTOS-FILHO A.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. M.; ATHAYDE, S. F.; LIMA, R. X.; QUADROS, R. M. B. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 21, p. 625-634, 1997.
- CARIM, M. J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no município de Mazagão, estado do Amapá, Brasil. *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 79, p. 191-201, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análises de Solo*. 2^o. ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.
- GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L.; MARTINS, S. V.; SOUZA, D. R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do estado do Pará. *Revista Árvore*, v. 29, n. 4, p. 607-616, 2005.
- GOMES, F. H.; VIDAL-TORRADO, P.; MACÍAS, F.; GHERARDI, B.; PEREZ, X. L. O. Solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso (SP). I - Caracterização e classificação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 6, p. 1563-1580, 2007.
- GONÇALVES, I. S.; DIAS, H. C. T.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L. Fatores edáficos e as variações florísticas de um trecho de mata ciliar do rio Gualaxo do norte, Mariana, MG. *Revista Árvore*, v. 35, n. 6, p. 1235-1243, 2011.
- GUEDES, D.; BARBOSA, L. M.; MARTINS, S. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no município de Bertioaga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 20, n. 2, p. 299-311, 2006.
- JARDIM, M. A. G.; VIEIRA, I. C. G. Composição florística e estrutura de uma floresta de várzea do estuário amazônico, ilha do Combu, Estado do Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 17, n. 2, p. 333-354, 2001.
- JUNIOR, J. L.; CUZZUOL, G. R. F.; PETERLE, P. L.; ROCCI, M. S. A disponibilidade de nutrientes como fator de zonação em plantas de restinga. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5 (supl. 2): 894-896, 2007a.
- JUNIOR, J. L.; CUZZUOL, G. R. F.; ZAMBOM, O.; SOUZA, R. L. F. A salinidade como fator de zonação em plantas de restinga. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5 (supl. 2): 981-983, 2007b.
- KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. *Revista Brasileira de Botânica (Brazilian Journal of Botany)*, v. 28, n. 3, p. 541-562, 2005.
- LEITE, H. G.; GAMA, J. R. V.; CRUZ, J. P.; SOUZA, A. Lopes. Função de afilamento para *Virola surinamensis* (Roll.) Warb. *Revista Árvore*, v. 30, n. 1, p. 99-106, 2006.
- LEMOES, M. C.; PELLENS, R.; LEMOS, L. C. Perfil e florística de dois trechos de mata litorânea no município de Maricá - RJ. *Acta Botanica Brasilica*, v. 15, n. 3, p. 321-334, 2001.
- MAGNAGO, L. F. S.; PEREIRA, O. J.; MATOS, F. A. R.; SOUZA, P. F. Caracterização fitofisionômica da restinga na morada do sol, Vila Velha/ES. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, n. 1, p. 456-458, 2007.
- MAGNAGO, L. F. S.; MARTINS, S. V.; SCHAEFER, C. E. G. R.; NERI, A. V. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no Sudeste do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 24, n. 3, p. 734-746, 2010.
- MARGALHO, L. F.; ROCHA, A. E. S.; SECCO, R. S. Rubiaceae Juss. da restinga da APA de Algodoal/Maiandeuva, Maracanã, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 4, n. 3, p. 303-339, 2009.
- MARQUES, M. C. M.; SWAINE, M. D.; LIEBSCH, D. Diversity distribution and floristic differentiation of the coastal lowland vegetation: implications for the conservation of the Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity Conservation*, v. 20, p. 153-168, 2011.
- MAUES, B. A. R.; JARDIM, M. A. G.; BATISTA, F. J.; MEDEIROS, T. D. S.; QUARESMA, A. C. Composição florística e estrutura do estrato inferior da floresta de várzea na área de proteção ambiental Ilha do Combu, município de Belém, estado do Pará. *Revista Árvore*, v. 35, n. 3, p. 669-677, 2011.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. *PC-Ord for Windows: multivariate analysis of ecological data, Version 4.0*. Oregon: MjM Software Design, Gleneden Beach, 47p. 1997.
- OLIVEIRA, I. P.; COSTA K. A. P.; RODRIGUES, C.; MACEDO, F. R. MOREIRA, F. P.; SANTOS, K. J. G. Manutenção e correção da fertilidade do solo para inserção do cerrado no processo produtivo. *Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos*, v. 1, n. 1, p. 50-64, 2005.
- PEREIRA, M. C. A.; ARAÚJO, D. S. D.; PEREIRA, O. J. Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá - RJ. *Revista Brasileira de Botânica (Brazilian Journal of Botany)*, v. 24, n. 3, p. 273-281, 2001.
- PEREIRA, M. G.; MENEZES, L. F. T.; SILVEIRA-FILHO, T. B.; SILVA, A. N. Propriedades químicas de solos sob *Neoregelia cruenta* (R. Grah) L.B. Smith na restinga da Marambaia, RJ. *Floresta e Ambiente*, v. 12, n. 1, p. 70-73, 2005.

- ROSSI, M.; QUEIROZ NETO, J. P. Os solos como indicadores das relações entre sedimentos continentais e marinhos na planície costeira: Rio Guaratuba (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 113-120, 2001.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; RIBEIRO, E. L. C.; GUEDES, A. L. S. Os solos de uma topossequência na Ilha de Algodoal/Maiandeuva, nordeste do Estado do Pará, Brasil: Composição química e produção de matéria orgânica. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 2, p. 257-266, 2002.
- RUIVO, M. L. P.; AMARAL, I. G.; FARO, M. P. S.; RIBEIRO, E. L. C.; GUEDES, A. L. S.; SANTOS, M. M. L. S. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na Ilha de Algodoal/Maiandeuva, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 1, n. 1, p. 227-234, 2005.
- SÁ, C. F. C. Regeneração de um trecho de floresta de restinga na Reserva Ecológica Estadual de Jacarepiá, Saquarema, Estado do Rio de Janeiro: II - Estrato arbustivo. **Rodriguésia**, v. 53, n. 82, p. 5-23, 2002.
- SACRAMENTO, A. C.; ZICKEL, C. S.; ALMEIDA JR., E. B. Aspectos florísticos da vegetação de restinga no litoral de Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1121-1130, 2007.
- SILVA, S. S. L., ZICKEL, C. S.; CESTARO, L. A. Flora vascular e perfil fisionômico de uma restinga no litoral sul de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1123-1135, 2008.
- SZTUTMAN, M.; RODRIGUES, R. R. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Paríquera-Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica (Brazilian Journal of Botany)**, v. 25, n. 2, p. 161-176, 2002.
- TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetatio (Plant Ecology)**, v. 69, n. 3, p. 69-77, 1987.
- YANG, H.; LU, Q.; WU, B.; ZHANG, J. Seed dispersal of East Asian coastal dune plants via seawater – short and long distance dispersal. **Flora**, v. 207, p. 701-706, 2012.